

(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

# Offenl gungsschrift

DE 197 15 047 A 1

(51) Int. Cl. 6:

G 01 D 5/12 A

G 01 D 1/00

(21) Aktenzeichen: 197 15 047.0  
(22) Anmeldetag: 11. 4. 97  
(43) Offenlegungstag: 22. 10. 98

(71) Anmelder:

Endress + Hauser Conducta Gesellschaft für Meß-  
und Regeltechnik mbH + Co., 70839 Gerlingen, DE

(74) Vertreter:

Dreiss, Fuhlendorf, Steinle & Becker, 70188  
Stuttgart

(72) Erfinder:

Babel, Wolfgang, Dr., 71263 Weil der Stadt, DE

(56) Entgegenhaltungen:

DE 34 46 248 A1  
DE 33 35 632 A1  
DE 2 96 16 276 U1  
DE 2 95 13 552 U1

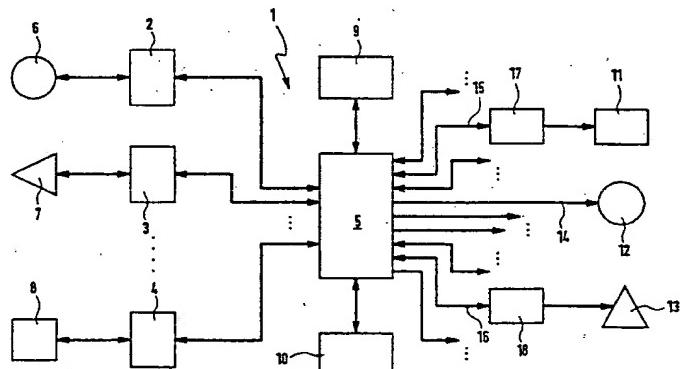
Sensor Review, Vol. 15, No. 4, 1995, S. 19-22;  
Sensors and Actuators A 41-42 (1994) 11-28;  
Sensors and Actuators A 46-47 (1995) 509-515;  
Sensors and Actuators A 44 (1994) 95-102;  
Sensors and Actuators A 46-47 (1995) 516-520;  
Sensors and Actuators A 46-47 (1995) 525-529;  
msr, Berlin 31 (1988) 11, S. 482-486;  
Design & Elektronik 25/26 v. 14.12.1993, S. 50-63;  
mpa 11-12/93, S. 10-17;  
atp 33 (1991) 10, S. 511-528;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Elektrische Schaltung

(57) Es wird eine elektrische Schaltung (1) beschrieben, die zur Verarbeitung eines Meßsignals von einem Sensor (6, 7, 8) und zur Erzeugung eines Steuersignals für einen Aktor (11, 12, 13) vorgesehen ist. Es ist eine erste, im wesentlichen einen analogen Aufbau aufweisende, integrierte Schaltung (2, 3, 4) vorgesehen, die mit dem Meßsignal beaufschlagbar ist, und die zur Durchführung einer Analog-/Digital-Wandlung geeignet ist. Des weiteren ist eine zweite, im wesentlichen einen digitalen Aufbau aufweisende, integrierte Schaltung (5) vorgesehen, die mit der ersten integrierten Schaltung (2, 3, 4) verbunden ist, und die zur Erzeugung des Steuersignals geeignet ist.



so beispielsweise das sogenannte Profibus-Protokoll und/oder das sogenannte Feldbus-Protokoll das sogenannte HART-Protokoll.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist die zweite integrierte Schaltung zur Erzeugung eines Steuersignals nach dem sogenannten Profibus-Protokoll und/oder nach dem sogenannten Feldbus-Protokoll und/oder nach dem sogenannten HART-Protokoll geeignet. In diesem Fall wird also die Erzeugung des Steuersignals nach dem jeweiligen Protokoll unmittelbar durch die zweite integrierte Schaltung durchgeführt. Weitere zusätzliche passive und/oder aktive Bauteile außerhalb der zweiten integrierten Schaltung sind also nicht erforderlich.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die zweite integrierte Schaltung dazu geeignet ist, einen angeschlossenen Aktor mittels des erzeugten Steuersignals zu steuern und/oder zu regeln. Die zweite integrierte Schaltung dient also gleichzeitig zur Steuerung oder Regelung des Aktors. Weitere zusätzliche Bauteile sind somit nicht erforderlich. Insgesamt ergibt sich damit ein Steuer- oder Regelkreis, der aus sehr wenigen Bauteilen aufgebaut ist. Dies stellt einen weiteren Schritt in Richtung einer Vereinheitlichung sowie in Richtung einer Kostensenkung dar.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung sind an die zweite integrierte Schaltung mehrere der ersten integrierten Schaltungen anschließbar. Jede der ersten integrierten Schaltungen ist einem Sensor zugeordnet. Damit ist es möglich, eine Mehrzahl von Sensoren an eine einzige zweite integrierte Schaltung anzuschließen. Der wesentliche Vorteil besteht darin, daß die erste und die zweite integrierte Schaltung einheitlich ausgestaltet sind und dadurch in einer hohen Stückzahl hergestellt werden können. Dies wirkt sich vorteilhaft auf die Herstellungskosten aus. Des weiteren ist es durch die Verwendung einer einheitlichen ersten integrierten Schaltung möglich, durch eine entsprechende hohe Integration der Schaltung die Möglichkeit zu schaffen, eine Vielzahl verschiedener Sensoren an ein- und denselben integrierten Schaltkreis anschließen zu können. Damit ist es möglich, mit Hilfe von nur zwei Bauteilen, nämlich der ersten und der zweiten integrierten Schaltung, einen Steuer- und/oder Regelkreis aufzubauen, bei dem eine Vielzahl unterschiedlichster Sensoren Meßsignale an die jeweils zugehörigen ersten integrierten Schaltungen liefern, und bei dem eine Vielzahl unterschiedlichster Aktoren von der zweiten integrierten Schaltung angesteuert werden.

Besonders zweckmäßig ist es dabei, wenn die ersten integrierten Schaltungen und die zweite integrierte Schaltung zum Multiplexbetrieb geeignet sind. Auf diese Weise wird erreicht, daß die Meßsignale der verschiedenen angeschlossenen Sensoren fehlerfrei von den ersten integrierten Schaltungen empfangen werden können, um dann ebenfalls fehlerfrei von der zweiten integrierten Schaltung verarbeitet werden zu können.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung weist die zweite integrierte Schaltung einen programmierbaren Mikroprozessor, vorzugsweise einen digitalen Signalprozessor auf. Durch die Möglichkeit der Programmierung des Mikroprozessors wird eine äußerst flexible und jederzeit änderbare Anpassung an die verschiedenartigsten Sensoren, sowie an die jeweils gewünschten Steuerungen und/oder Regelungen erreicht. So ist es beispielsweise möglich, durch einen entsprechenden Austausch einer Software-Komponente das Meßsignal eines bestimmten angeschlossenen Sensors auf eine andere Art und Weise als zuvor zu verarbeiten. Diese andere Art und Weise kann dabei eine völlig andere Regelung des von dem Meßsignal abhängigen Aktors sein. Durch einen entsprechenden modularen Aufbau der Programmierung des Mikroprozessors kann die erfindungs-

gemäße Schaltung ohne größeren Aufwand an die verschiedensten Anwendungen, die verschiedensten Sensoren, die verschiedenen Aktoren sowie an sonstige spezielle Randbedingungen angepaßt werden. Ebenfalls ist es durch die Programmierung des Mikroprozessors möglich, das gesamte System mit Hilfe eines angeschlossenen Personalcomputers zu testen und mögliche Fehler zu korrigieren. In einfacher Weise können dann auch von dem Personalcomputer verbesserte Versionen der einzelnen Software-Komponenten in die zweite integrierte Schaltung eingespielt werden. Auf diese Weise können verbesserte Sensoren und/oder verbesserte Akteure durch die jeweils zugehörigen Software-Komponenten berücksichtigt bzw. neu konfiguriert werden.

15 Durch die Verwendung eines digitalen Signalprozessors wird insbesondere die Verarbeitungsgeschwindigkeit der zweiten integrierten Schaltung wesentlich erhöht. Durch die Ausführung beispielsweise von Additions- oder Multiplikationsbefehlen unmittelbar in der Hardware, und nicht in der Form von sogenanntem Microcode, wird erreicht, daß eine Steuerung und/oder eine Regelung wesentlich schneller abläuft, und damit auch komplizierte und zeitaufwendige Regelungen in einem Echtzeitbetrieb durchgeführt werden können.

20 Bei einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung weist die zweite integrierte Schaltung einen flüchtigen und einen nicht-flüchtigen Speicher, vorzugsweise einen wiederbeschreibbaren nicht-flüchtigen Speicher auf. Die für den Betrieb eines Mikroprozessors erforderlichen Speicher sind damit unmittelbar auf der zweiten integrierten Schaltung untergebracht. Durch eine entsprechende hochintegrierte Ausführung der zweiten integrierten Schaltung ist es dabei möglich, daß nicht nur ein wiederbeschreibbarer nichtflüchtiger Speicher vorgesehen sein kann, sondern daß auch ein sogenannter Festwertspeicher sich unmittelbar auf der zweiten integrierten Schaltung befinden kann. Auf diese Weise wird die Verarbeitungsgeschwindigkeit der zweiten integrierten Schaltung weiter erhöht.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung sind die erste integrierte Schaltung und die zweite integrierte Schaltung über eine digitale Verbindung, vorzugsweise über ein Mikroprozessorbussystem oder ein Personalcomputerbussystem miteinander verbunden, z. B. über eine RS 485-Schnittstelle oder einen PC-Bus. Damit handelt es sich bei der Verbindung zwischen der ersten und der zweiten integrierten Schaltung um ein normiertes Bussystem. Dies eröffnet die Möglichkeit, daß beispielsweise anstelle der ersten integrierten Schaltung ein Personalcomputer an die zweite integrierte Schaltung angeschlossen werden kann, der zum Zwecke des Testens der auf der zweiten integrierten Schaltung gespeicherten Programme die Meßsignale bestimmter Sensoren simuliert. Damit ist es möglich, daß die gesamte zweite integrierte Schaltung ausgetestet werden kann, ohne daß hierzu aufwendige und insbesondere kostenintensive Tests mit realen Sensoren und dergleichen erforderlich wären. Selbstverständlich ist es auch möglich, derartige Simulationen in umgekehrter Weise durchzuführen, daß also die erste integrierte Schaltung mit einem Personalcomputer verbunden wird, und damit die erste integrierte Schaltung von diesem Personalcomputer ausgetestet wird.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist die erste integrierte Schaltung und die zweite integrierte Schaltung jeweils als separates Bauteil ausgebildet. Jede der beiden integrierten Schaltungen ist also auf einem separaten Träger und somit in der Form eines sogenannten Chips vorgesehen. Dies hat den Vorteil, daß in einem Gesamtsystem die erste integrierte Schaltung exakt entsprechend der Anzahl der angeschlossenen Sensoren vorhanden ist. Die

Stromausgang vorgesehen sein, die mittels z. B. einer Pulswellenmodulation angesteuert werden kann.

Zur Durchführung der genannten Funktionen weist die erste integrierte Schaltung 2 einen im Wesentlichen analogen Aufbau auf. Sie ist beispielsweise in der Form eines sogenannten ASIC (application specific integrated circuit) separat ausgeführt und auf einem einzigen Träger, also auf einem einzigen Chip untergebracht.

Die vorstehenden Ausführungen bezüglich der ersten integrierten Schaltung 2 und des zugehörigen Sensors 6 gelten in entsprechender Weise auch für die anderen ersten integrierten Schaltungen 3, 4 mit den jeweils zugehörigen Sensoren 7, 8.

Sind, wie in der Figur dargestellt, mehrere erste integrierte Schaltungen 2, 3, 4 mit einer einzigen zweiten integrierten Schaltung 5 verbunden, so sind die genannten ersten integrierten Schaltungen 2, 3, 4 und die genannte zweite integrierte Schaltung 5 zum Multiplex-Betrieb geeignet. Dies bedeutet, daß die ersten integrierten Schaltungen 2, 3, 4 in einer vorgegebenen Reihenfolge und nach einem vorgegebenen Zeitablauf Signale an die zweite integrierte Schaltung senden bzw. von dieser empfangen. Bei den zwischen den ersten integrierten Schaltungen 2, 3, 4 und der zweiten integrierten Schaltung 5 übertragenen Signalen handelt es sich um digitale Signale.

Die zweite integrierte Schaltung 5 weist einen im Wesentlichen digitalen Aufbau auf. Sie ist als separater ASIC (application specific integrated circuit) ausgebildet und auf einem einzigen Träger, also auf einem einzigen Chip untergebracht. Die zweite integrierte Schaltung 5 ist mit einem digitalen Signalprozessor sowie mit einem flüchtigen Speicher (RAM, random access memory) und einem wiederbeschreibbaren nichtflüchtigen Speicher (EEPROM, electronically erasable programmable read-only memory) versehen. Ein Festwertspeicher (ROM, read-only memory) kann außerhalb der zweiten integrierten Schaltung 5, aber auch innerhalb derselben vorgesehen sein. Des Weiteren ist eine Ansteuerung eines graphischen und/oder alphanumerischen Bildschirms sowie von Signalgebern wie Leuchtdioden, Relais und dergleichen vorgesehen. Ebenfalls kann eine Schaltung zur Generierung eines programmierbaren Punkt-Signals mit einer exakten Amplitude zur Ansteuerung eines analogen Stromausgangs vorgesehen sein.

Zur Kommunikation mit einem Benutzer ist die zweite integrierte Schaltung 5 mit einer Anzeigeeinrichtung 9, beispielsweise einem Bildschirm, und einer Eingabevorrichtung 10, beispielsweise einer Tastatur, versehen.

Wie aus der Figur hervorgeht, ist die zweite integrierte Schaltung 5 mit Aktoren 11, 12, 13 gekoppelt. Bei diesen Aktoren kann es sich beispielsweise um ein Relais und/oder ein Ventil und/oder einen Thyristor oder dergleichen handeln. Diese verschiedenartigen Aktortypen sollen in der Figur durch die kreisförmige bzw. dreieckförmige bzw. vier-eckförmige Darstellung der Aktoren 11, 12, 13 zum Ausdruck kommen.

Wie aus der Figur hervorgeht, ist die zweite integrierte Schaltung 5 in der Lage, eine Mehrzahl von Aktoren 11, 12, 13 anzusteuern. Das jeweils zugehörige Steuersignal wird dabei von der zweiten integrierten Schaltung 5 erzeugt und über Verbindungsleitungen dem jeweiligen Aktor 11, 12, 13 zugeführt. Es versteht sich, daß dabei die in der Figur zum Ausdruck gebrachten Aktortypen auch andersartig angeordnet bzw. vorgesehen sein können.

Die zweite integrierte Schaltung 5 ist derart ausgestaltet, daß sie ein pulswellenmoduliertes Steuersignal erzeugen kann.

Ein derartiges pulswellenmoduliertes Steuersignal ist in der Fig. 5 beispielsweise auf der Leitung 14 vorhanden, die

die zweite integrierte Schaltung 5 mit dem Aktor 12 verbunden.

Des weiteren ist die zweite integrierte Schaltung 5 in der Lage, ein digitales Steuersignal zu erzeugen. Derartige digitale Steuersignale sind beispielsweise auf den Leitungen 15, 16 vorhanden, die an die zweite integrierte Schaltung 5 angeschlossen sind.

Das digitale Steuersignal auf der Leitung 15 ist einer Einrichtung 17 zugeführt, mit deren Hilfe das digitale Steuersignal entsprechend einem sogenannten Profibus-Protokoll umgeformt wird. Dabei ist es möglich, verschiedene Profibus-Protokolle zu realisieren, unter anderem auch sogenannte eigensichere Protokolle. Des Weiteren kann auch das sogenannte Feldbus-Protokoll zur Kommunikation verwendet werden. Die Einrichtung 17 erzeugt ein digitales Ausgangssignal, mit dem der Aktor 11 beaufschlagt ist.

Das digitale Steuersignal auf der Leitung 16 ist einer Einrichtung 18 zugeführt, mit dessen Hilfe das digitale Steuersignal entsprechend einem sogenannten HART-Protokoll umgeformt wird. Von der Einrichtung 18 wird ein analoges Ausgangssignal erzeugt, mit dem der Aktor 13 beaufschlagt ist.

Die zweite integrierte Schaltung 5 ist dazu ausgestaltet, daß sie eine Steuerung und/oder eine Regelung der angeschlossenen Aktoren 11, 12, 13 mit Hilfe der erzeugten Steuersignale durchführen kann. Die zweite integrierte Schaltung 5 wertet zu diesem Zweck die empfangenen Meßsignale von den Sensoren 6, 7, 8 aus und berechnet in Abhängigkeit davon entsprechend der gewünschten Steuerung oder Regelung die optimalen Steuersignale für die Aktoren 11, 12, 13. Die gewünschte Steuerung oder Regelung, insbesondere die gewünschten Sollwerte für die zu messenden Meßgrößen können von dem Benutzer beispielsweise mit Hilfe der Eingabevorrichtung 10 eingegeben werden. Des Weiteren ist es möglich, daß der Benutzer über die Ausgabevorrichtung 9 die gesamte Steuerung oder Regelung verfolgt und überwacht.

Es ist jedoch auch möglich, daß die Steuerung und/oder Regelung der Aktoren nicht unmittelbar auf der zweiten integrierten Schaltung 5 durchgeführt wird. Statt dessen kann vorgesehen sein, daß zwischen der zweiten integrierten Schaltung 5 und den Aktoren 11, 12, 13 sogenannte speicherprogrammierbare Steuerungen oder mikroprozessorbasierte Steuerungen oder ein Personalcomputer oder dergleichen zwischengeschaltet ist. Insbesondere bei Verwendung eines Personalcomputers ist es möglich, diesen auch zu Testzwecken der gesamten elektrischen Schaltung 1 zu verwenden.

In entsprechender Weise ist es möglich, insbesondere bei Ausgestaltung der Verbindungen zwischen den ersten integrierten Schaltungen 2, 3, 4 und der zweiten integrierten Schaltung 5 als Personalcomputerbussystem, einen Personalcomputer an dieses Bussystem anzuschließen, um ebenfalls den Personalcomputer zum Testen der gesamten elektrischen Schaltung 1 zu verwenden.

#### Patentansprüche

1. Elektrische Schaltung (1) zur Verarbeitung eines Meßsignals von einem Sensor (6, 7, 8) und zur Erzeugung eines Steuersignals für einen Aktor (11, 12, 13), dadurch gekennzeichnet, daß eine erste, im Wesentlichen einen analogen Aufbau aufweisende, integrierte Schaltung (2, 3, 4) vorgesehen ist, die mit dem Meßsignal beaufschlagbar ist, und die zur Durchführung einer Analog-/Digital-Wandlung geeignet ist, und daß eine zweite, im Wesentlichen einen digitalen Aufbau aufweisende, integrierte Schaltung (5) vorgesehen ist,

**- Leerseite -**

AB DE 19715047 A UPAB: 19981203

The electric circuit is provided with a first integrated circuit having analogue design essentially, acted on with measuring signal, and is suitable for carrying analogue-digital conversion. A second integrated circuit is provided having digital design connected with first integrated circuit, and is suitable for prodn. of control signal.

The measuring signal acting on integrated circuit is allocated to one of several different type sensors. The first integrated circuit, is suitable for standardising the applied measuring signal pref. using a graph.